

09/331189



REC'D	12 FEB 1998
WIPO	PCT

**Bescheinigung**

**PRIORITY DOCUMENT**

Die LEICA Lasertechnik GmbH in Heidelberg, Neckar/  
Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeich-  
nung

"Mikroskop"

am 24. Dezember 1996 beim Deutschen Patentamt einge-  
reicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue  
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-  
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig das Symbol  
G 02 B 21/24 der Internationalen Patentklassifikation erhal-  
ten.

München, den 20. Januar 1998  
Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Sieck

Abzeichen: 196 54 208.1

4211/P/013

Heidelberg, 24. Dezember 1996/js

## Patentanmeldung

der Firma

Leica Lasertechnik GmbH  
Im Neuenheimer Feld 518

69120 Heidelberg

betreffend ein

"Mikroskop"

Die Erfindung betrifft ein Mikroskop, insbesondere ein konfokales Mikroskop bzw. konfokales Laserscanmikroskop.

Mikroskope herkömmlicher Art, aber auch konfokale Mikroskope bzw. konfokale Laserscanmikroskope sind seit Jahren aus der Praxis bekannt, so daß sich eine konkrete Beschreibung dieser Mikroskope hier erübrigt. Im konfokalen Laserscanmikroskop ist durch die Strahlscanrichtung eine Vorzugsrichtung für die Messung bzw. Abtastung gegeben. Da jedoch komplizierte Strukturen wie moderne Halbleiterdesigns zunehmend nicht rechtwinklige Strukturen aufweisen, ist es für deren Vermessung - im industriellen Bereich - erforderlich, diese Strukturen bzw. das so gestaltete Objekt relativ zum Scanstrahl zu drehen.

Des weiteren kann es für Meßzwecke grundsätzlich erforderlich sein, eine Drehung des Objekts vorzunehmen, um bspw. beliebige Gefügestrukturen mit vorgegebenen Strukturmustern im Rahmen der quantitativen Gefügeanalyse vergleichen zu können. Jedenfalls besteht in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten ein grundsätzlicher Bedarf, das Bild beliebig drehen zu können, wozu bislang eine Rotation des Objekts erforderlich ist.

Bei der Drehung des Objektes um einen willkürlichen Punkt muß das Objekt einerseits gedreht und andererseits derart verschoben werden, daß dieser beliebige Punkt im Drehpunkt des Objekts liegt, nämlich um den Bildmittelpunkt zu erhalten. Das Drehen und ggf. gleichzeitige Verschieben des Objekts führt jedoch zu einer komplexen Bewegung, die einen erheblichen Einstellaufwand mit sich bringt.

Für sich gesehen ist aus PCT WO 94/08425 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Projektion von Bildern zur Nutzung in der Fernseh oder Videotechnik bekannt, wonach bei Bildprojektionen Rotationen zur Kompensation horizontaler Bewegungen vorgenommen werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Mikroskop, insbesondere ein konfokales Mikroskop bzw. konfokales Laserscanmikroskop, derart auszugestalten und weiterzubilden, daß die Vermessung eines Objekts aus mehreren Winkelpositionen heraus unter Vermeidung eines Drehens des zu vermessenden Objektes möglich ist.

Das erfindungsgemäße Mikroskop bzw. konfokale Mikroskop oder konfokales Laserscanmikroskop löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist das erfindungsgemäße Mikroskop, konfokale Mikroskop oder konfokale Laserscanmikroskop durch eine im Strahlengang des Mikroskops vorgesehene optische Anordnung zur Bildrotation gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß wird bei Mikroskopen der hier in Rede stehenden Art davon abgegangen, zur Vermessung des Objekts in unterschiedlichen Strahlwinkeln das Objekt selbst zu drehen oder dabei gleichzeitig zu verschieben. Vielmehr wird nunmehr eine optische Drehung vorgenommen, nämlich durch eine im Strahlengang des Mikroskops vorgesehene optische Anordnung zur Bildrotation, so daß das Objekt selbst unverändert positioniert bleibt. Eine abermalige Einstellung bzw. Kalibrierung des Objekts ist somit nicht mehr erforderlich.

Bei der optischen Anordnung zur Bildrotation kann es sich bspw. um ein Prisma unterschiedlichster Bauart handeln, so bspw. um ein Dove-Prisma oder um ein Abbe-Prisma. Weitere geeignete Prismen lassen sich hierzu verwenden, wobei dabei wesentlich ist, daß das Prisma als quasi monolithischer Baustein zur Bildrotation verwendet wird.

Im Rahmen einer alternativen Ausgestaltung der optischen Anordnung zur Bildrotation könnte es sich dabei um eine Spiegelanordnung handeln, vorzugsweise um eine Anordnung mit einer ungeradzahligen Anzahl von Spiegeln, wie es bei dem "K-Spiegel" der Fall ist. Kompliziertere Ausgestaltungen sind hier denkbar, wobei zu berücksichtigen ist, daß sich bei zunehmender Spiegelanzahl die Lichtverluste erhöhen. Insofern bietet sich eine Anordnung mit drei Spiegeln als vorteilhafte Ausgestaltung an.

Hinsichtlich einer konkreten Lokalisierung der Anordnung zur Bildrotation ist es im Rahmen einer ganz besonders einfachen Ausgestaltung von Vorteil, wenn diese optische Anordnung im parallelen Strahlengang des Mikroskops angeordnet ist. Im konkreten könnte die optische Anordnung zur Bildrotation zwischen Tubuslinse und dem Objektiv angeordnet sein, nämlich im Unendlichenstrahlengang des Mikroskops.

Ebenso wäre es jedoch auch denkbar, die optische Anordnung zur Bildrotation dem Okular bzw. der Scanlinse nachzuordnen, wodurch sich geringe Anforderungen an die Winkelgenauigkeit der Anordnung ergeben. Im Rahmen einer solchen Ausgestaltung wäre die Anordnung zur Bildrotation leicht nachrüstbar. Nachteilig wäre hier sicherlich das Erfordernis einer synchronen Drehung beider Okulare.

Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltungsmöglichkeit könnte die optische Anordnung zur Bildrotation zum Drehen aller durch eine Strahlvereinigungsoptik in das Mikroskop eingespeister Scan- und Videobilder dienen. Dazu könnte die optische Anordnung zur Bildrotation zwischen einer Scanlinse und einem Scanspiegel einer Strahlvereinigungsoptik angeordnet sein. Diese Ausgestaltung ist insoweit von Vorteil, als hier eine wesentlich kleinere Winkelempfindlichkeit vorliegt, wie sie bei einer Anordnung des Rotors zwischen Tubuslinse und Objektiv gegeben ist.

Zur Vermeidung von Interferenzen könnte die Strahlvereinigungsoptik feststehende dicke Strahlteiler aufweisen.

Des weiteren könnte zur Minimierung des Strahlversatzes bei der Rotation der Anordnung eine gesonderte Justiervorrichtung vorgesehen sein.

Schließlich ist in weiter vorteilhafter Weise ein axial bewegliches Objektiv bzw. ein axial beweglicher Objektivrevolver für die Aufnahme von z-Schnitten in beliebig orientierten Richtungen vorgesehen.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung dreier Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops mit optischer Anordnung zur Bildrotation,

Fig. 2 in einer schematischen Seitenansicht ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops mit optischer Anordnung zur Bildrotation,

Fig. 3 in einer schematischen Seitenansicht ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops mit optischer Anordnung zur Bildrotation.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mikroskops mit einer im Strahlgang 1 des Mikroskops vorgesehenen Anordnung 2 zur Bildrotation.

Bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich bei der Anordnung 2 zur Bildrotation - der einfachen Darstellung halber - um einen K-Spiegel, der an unterschiedlichen Stellen im Strahlgang 1 des Mikroskops angeordnet ist.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Darstellung ist die Anordnung 2 zwischen der Tubuslinse 3 und dem Objektiv 4 angeordnet, wobei sich hieraus sicherlich ein Problem in der Nachrüstbarkeit ergibt.

Gemäß der Darstellung in Fig. 2 ist die Anordnung 2 zur Bildrotation dem Okular 5 bzw. der Scanlinse 6 nachgeordnet. Insoweit ergeben sich wesentlich geringere Anforderungen an die Winkelgenauigkeit der Anordnung 1. Diese Anordnung ist im übrigen leicht nachrüstbar, wobei die hier erforderliche synchrone Drehung für beide Okulare 5 problematisch bzw. in der Handhabung des Mikroskops nachteilig ist.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Mikroskop dient die optische Anordnung 2 zur Bildrotation zum Drehen aller durch eine Strahlvereinigungsoptik 7 in das Mikroskop eingespeisten Scan- und Videobilder. Im konkreten ist die optische Anordnung 2 zur Bildrotation zwischen einer Scanlinse 8 und einem Scanspiegel 9 der Strahlvereinigungsoptik 7 angeordnet.

Hinsichtlich weiterer Ausführungen einerseits einer konkreten Ausgestaltung der Anordnung 2 zur Bildrotation und andererseits hinsichtlich weiterer Maßnahmen betreffend die Justage zur Minimierung der Strahlversatzes oder betreffend eine

axiale Beweglichkeit des Objektivs bzw. des Objektivrevolvers wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

Abschließend sei ganz besonders hervorgehoben, daß die voranstehend erörterten Ausführungsbeispiele zum Verständnis der hier beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

## Patentansprüche

1. Mikroskop, insbesondere konfokales Mikroskop, gekennzeichnet durch eine im Strahlengang (1) des Mikroskops vorgesehene optische Anordnung (2) zur Bildrotation.
2. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der optischen Anordnung (2) zur Bildrotation um ein Prisma handelt.
3. Mikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Prisma als Dove-Prisma ausgeführt ist.
4. Mikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Prisma als Abbe-Prisma ausgeführt ist.
5. Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der optischen Anordnung (2) zur Bildrotation um eine Spiegelanordnung handelt.
6. Mikroskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Spiegelanordnung um eine Anordnung mit einer ungeradzahligen Anzahl von Spiegeln handelt.
7. Mikroskop nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelanordnung als K-Spiegel ausgeführt ist.
8. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Anordnung (2) zur Bildrotation im parallelen Strahlengang (1) des Mikroskops angeordnet ist.
9. Mikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Anordnung (2) zur Bildrotation zwischen Tubuslinse (8) und Objektiv (4) angeordnet ist.
10. Mikroskop nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Anordnung (2) zur Bildrotation dem Okular (5) bzw. der Scanlinse (6) nachgeordnet ist.



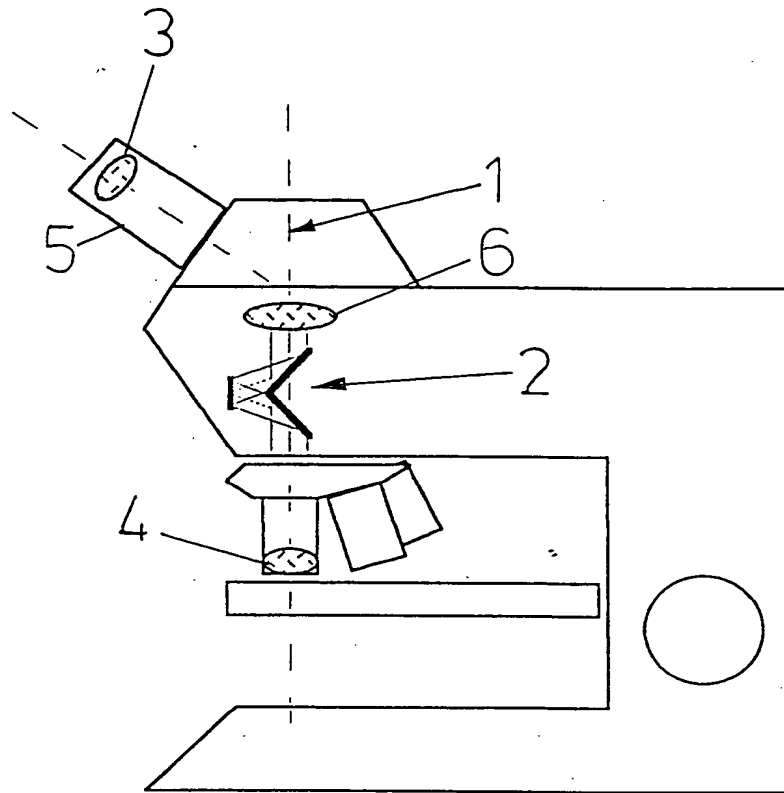
11. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Anordnung (2) zur Bildrotation zum Drehen aller durch eine Strahlvereinigungs-optik (7) in das Mikroskop eingespeiste Scan- und Videobilder dient.

12. Mikroskop nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Anordnung (2) zur Bildrotation zwischen einer Scanlinse (8) und einem Scanspiegel (9) der Strahlvereinigungs-optik (7) angeordnet ist.

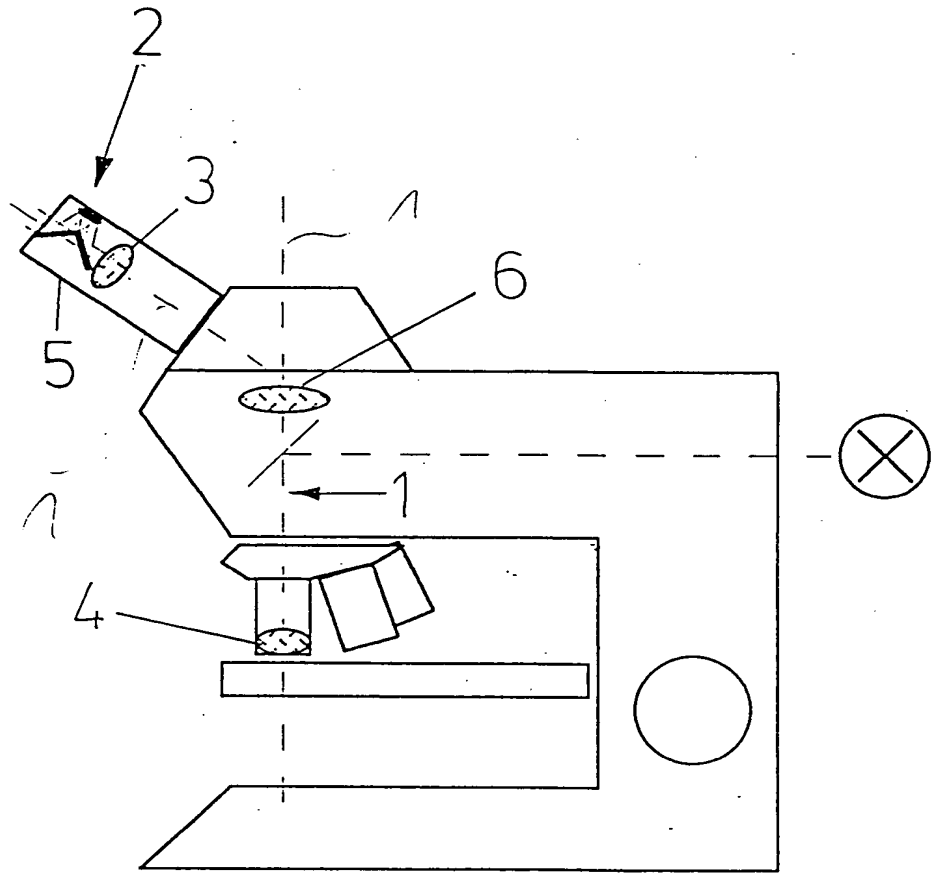
13. Mikroskop nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlvereinigungs-optik (7) feststehende dicke Strahlteiler zur Vermeidung von Interferenzen umfaßt.

14. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Justiervorrichtung zur Minimierung des Strahlversatzes bei der Rotation vorgesehen ist.

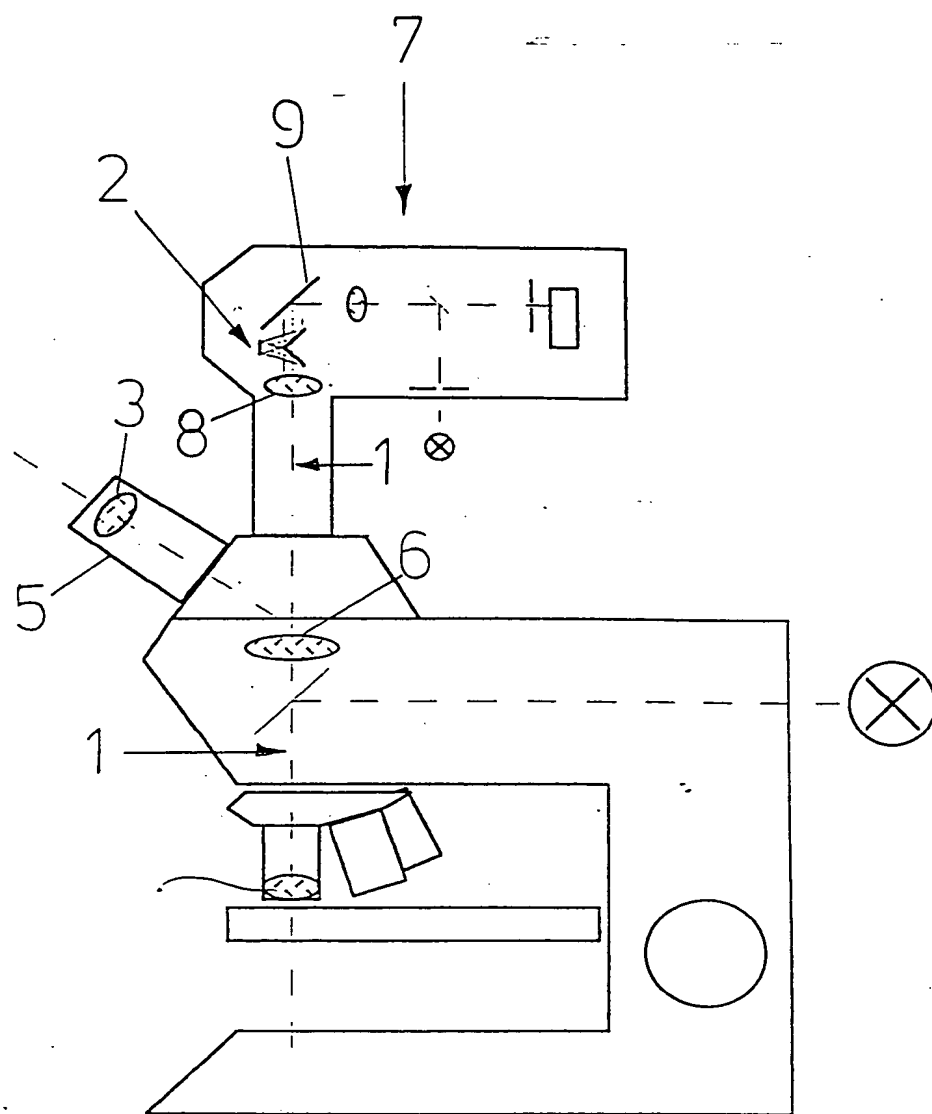
15. Mikroskop nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein axial bewegliches Objektiv bzw. ein axial beweglicher Objektivrevolver für die Aufnahme von z-Schnitten in beliebig orientierten Richtungen vorgesehen ist.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

## **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Ein Mikroskop, insbesondere ein konfokales Mikroskop, ist zur Vermessung eines Objekts aus mehreren Winkelpositionen heraus unter Vermeidung eines Drehens des zu vermessenden Objekts gekennzeichnet durch eine im Strahlengang (1) des Mikroskops vorgesehene optische Anordnung (2) zur Bildrotation.

(Fig. 1)

